

## Micromechanical tool

Patent Number: ☐ US6080957  
 Publication date: 2000-06-27  
 Inventor(s): MENSCHIG ARND (DE); STAUD JUERGEN (DE)  
 Applicant(s): DEUTSCHE FORSCH LUFT RAUMFAHRT (DE)  
 Requested Patent: ☐ DE19637822  
 Application Number: US19970932073 19970917  
 Priority Number(s): DE19961037822 19960917  
 IPC Classification: B23K26/00  
 EC Classification: B25J7/00, B25J15/06V  
 Equivalents: ☐ GB2317158

### Abstract

A micromechanical tool includes at least one functional module. The functional module has a housing which is constructed as a layer package consisting of structured, flat material elements forming several layers of the layer package. In one embodiment the functional embodiment positions a first end of a light conductor with respect to an object. It is also conceivable for the function module to be a machining module by irradiating for the purpose of altering the material by laser radiation.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 196 37 822 C 1

51 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
B 25 J 19/00

21 Aktenzeichen: 196 37 822.2-15  
22 Anmeldetag: 17. 9. 96  
43 Offenlegungstag: —  
46 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 26. 3. 98

DE 196 37 822 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.,  
53176 Bonn, DE

74 Vertreter:  
Höger, Stellrecht & Partner, 70182 Stuttgart

72 Erfinder:  
Menschig, Arnd, Dr., 71093 Weil im Schönbuch, DE;  
Staud, Jürgen, 89522 Oggenhausen, DE

58 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	42 19 042 C1
DE	33 10 593 C2
DE	40 01 937 A1
EP	01 14 505 A1

54 Mikromechanisches Werkzeug

57 Um ein mikromechanisches Werkzeug, umfassend mindestens ein Funktionsmodul, derart zu schaffen, daß dieses möglichst einfach aufgebaut und daher möglichst einfach herstellbar ist, wird vorgeschlagen, daß das Funktionsmodul ein Gehäuse aufweist, das als Lagenpaket aus mehrere Lagen des Lagenpaketes bildenden strukturierten Flachmaterialielementen aufgebaut ist.

DE 196 37 822 C 1

# Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein mikromechanisches Werkzeug, umfassend mindestens ein Funktionsmodul.

Aus der DE 42 19 042 ist eine Werkzeugwechselvorrichtung für einen Roboter bekannt, welche ein Funktionsmodul mit einem Gehäuse aufweist.

Aus der DE 33 10 593 ist es bekannt den Verteiler einer hydraulischen Gerotor-Druckvorrichtung aus einer Mehrzahl von Platten auszubilden.

Aus der EP 0 114 505 ist ein Roboter und ein Positioniersystem zur Ausrichtung von Werkzeugen relativ zu einem Objekt bekannt.

Alle diese druckschriftlich bekannten Vorrichtungen und Werkzeuge sind makromechanische Werkzeuge.

Mikromechanische Werkzeuge sind bislang als speziell für den Einzelfall hergestellte Werkzeuge ausgebildet und daher äußerst aufwendig aufgebaut.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein mikromechanisches Werkzeug zu schaffen, welches möglichst einfach aufgebaut und daher möglichst einfach herstellbar ist.

Diese Aufgabe wird bei einem mikromechanischen Werkzeug der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das Funktionsmodul ein Gehäuse aufweist, das als Lagenpaket aus mehreren Lagen des Lagenpakets bildenden strukturierten Flachmaterialelementen aufgebaut ist.

Der Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung ist darin zu sehen, daß die einzelnen Flachmaterialelemente äußerst einfach und kostengünstig herstellbar sind und somit auch unterschiedliche Funktionsmodule nach demselben Grundprinzip kostengünstig hergestellt werden können.

Besonders zweckmäßig ist es dabei, wenn jedes Flachmaterialelement so strukturiert ist, daß es ein einstückig zusammenhängendes Teil bildet. In diesem Fall bereitet der Zusammenbau des Gehäuses aus mehreren Lagen keinerlei Probleme, da jede Lage durch ein einstückig zusammenhängendes Flachmaterialelement repräsentiert ist und nur die einzelnen Flachmaterialelemente relativ zueinander exakt positioniert werden müssen.

Die Struktur der Flachmaterialelemente könnte prinzipiell beliebig sein. Beispielsweise wäre es denkbar, in den Flachmaterialelementen Vertiefungen oder ähnliche Strukturen vorzusehen.

Aus Gründen der Einfachheit des Aufbaus des erfindungsgemäßen Funktionsmoduls ist es besonders zweckmäßig, wenn die Flachmaterialelemente ausschließlich durch sich über die Dicke des Flachmaterials erstreckenden Kantenflächen strukturiert sind. Das heißt, daß die Struktur der Flachmaterialelemente nur dadurch erreichbar ist, daß Kantenflächen, die sich über die gesamte Dicke der Flachmaterialelemente erstrecken, geschaffen werden, wobei diese Kantenflächen durch Sägen, Schneiden oder sonstige formgebende Prozesse herstellbar sind. Der Vorteil besteht darin, daß die Kantenflächen stets die gesamte Dicke durchsetzen und somit das formgebende Verfahren besonders einfach ist.

Eine zweckmäßige Lösung sieht vor, daß das Gehäuse eine einem Werkstück angepaßte Arbeitsspitze aufweist, wobei eine Anpassung insbesondere hinsichtlich der Größe des Werkstücks, aber auch hinsichtlich der Form desselben möglich ist. Damit ist eine aus dem Stand der Technik nicht bekannte Präzision der Arbeit möglich.

Besonders günstig ist es, wenn die Arbeitsspitze werkstückseitig eine Dimension aufweist, welche in der Größenordnung einer Dimension oder der Dimensionen des Werkstücks liegt.

Die funktionsgerechte Ausbildung des Gehäuses kann in unterschiedlichster Art und Weise erfolgen. Beispielsweise ist es denkbar, durch elektrisch leitende und elektrisch nichtleitende Flachmaterialelemente in geeigneter Kombination Funktionen vorzugeben. Besonders zweckmäßig ist es, wenn das Gehäuse ein einen funktionsbestimmenden Kanal aufweisendes Flachmaterialelement umfaßt, da der Kanal besonders einfach in dem jeweiligen Flachmaterial ausgebildet werden kann.

Der Kanal kann beispielsweise zur Zufuhr oder Abfuhr von Medien dienen oder auch als Aufnahme für Lichtleiter oder für Bearbeitungsspitzen.

Um den Kanal abzudecken ist vorzugsweise vorgesehen, daß der Kanal zwischen diesen abdeckenden Flachmaterialelementen liegt.

Der Kanal könnte beispielsweise ebenfalls sich nur über einen Teil der Dicke des Flachmaterialelements erstrecken. Besonders zweckmäßig ist es jedoch, wenn der Kanal durch ein das Flachmaterialelement durchsetzenden Durchbruch gebildet ist.

Um trotzdem sicherzustellen, daß das Flachmaterialelement ein einstückiges zusammenhängendes Teil ist, ist vorzugsweise vorgesehen, daß der Durchbruch im Bereich einer Schmalseite des Flachmaterialelements offen ist und ein im Innern des Flachmaterialelements liegendes geschlossenes Ende aufweist, so daß der Durchbruch eine sackähnliche Form hat, die es erlaubt, das den Durchbruch aufweisende Flachmaterialelement ungeteilt und einstückig auszuführen.

Um beispielsweise einem derartigen Kanal ein Medium zuführen zu können, ist vorzugsweise in einem den Kanal abdeckenden Flachmaterialelement eine Zugangsöffnung vorgesehen, die überlappend mit dem Kanal angeordnet ist und die Möglichkeit eröffnet, dieselbe hinsichtlich ihrer Größe an eine Zuleitung zum dichten Anschluß derselben anzupassen.

Um mit derart ausgebildeten Durchbrüchen in dem Gehäuse einen Kanal schaffen zu können, welcher sich durch dieses Gehäuse erstreckt, das heißt also von zwei Seiten her zugänglich ist, ist vorzugsweise vorgesehen, daß der Kanal durch zwei Flachmaterialelemente gebildet ist, von denen jedes einen Durchbruch aufweist und die beiden Durchbrüche einander überdecken. Damit besteht die Möglichkeit, über eines der Flachmaterialelemente von einer Schmalseite desselben Zugang zu dem Kanal zu haben und dann über den Kanal im anderen Flachmaterialelement wiederum eine Öffnung in einer Schmalseite des anderen Flachmaterialelements zur Verfügung zu haben.

Besonders günstig ist es hierbei, wenn die Durchbrüche in einem nahe dem inneren Ende liegenden Bereich überlappen und sich ausgehend von diesem Bereich in unterschiedliche Richtungen erstrecken, so daß ein sich von einer Schmalseite eines Flachmaterialelements zu einer anderen Schmalseite eines neben diesem liegenden Flachmaterialelements erstreckender Kanal herstellbar ist.

Um die einzelnen Flachmaterialelemente zur Herstellung des Lagenpakets definiert zueinander auszurichten, ist vorzugsweise vorgesehen, daß die Flachmaterialelemente mit Ausrichtelementen versehen sind. Die Ausrichtelemente können dabei alle Arten von Markierungen, vorzugsweise zur optischen Justage, sein oder auch alle Arten von Formkörpern, die vorzugsweise

zum Ausrichten insbesondere formschlüssig zusammenwirken.

Eine vorteilhafte Lösung sieht dabei vor, daß die Ausrichtelemente Ausnehmungen umfassen.

Vorzugsweise lassen sich die einzelnen Flachmaterialelemente relativ zueinander dann besonders günstig ausrichten, wenn die Ausrichtelemente aller Flachmaterialelemente in einer quer zu den Flachmaterialelementen verlaufenden Richtung fluchtend miteinander angeordnet sind.

Besonders vorteilhaft läßt sich die Ausrichtung der Flachmaterialelemente bei der Bildung des Lagenpakets dann gestalten, wenn die Flachmaterialelemente durch in die Ausnehmungen formschlüssig eingreifende Ausrichtstäbe relativ zueinander positionierbar sind.

Hinsichtlich der Verbindung der einzelnen Flachmaterialelemente miteinander zur Schaffung des Lagenpakets wurden bislang keine näheren Angaben gemacht. So sieht ein besonders vorteilhaftes Ausführungsbeispiel vor, daß die Flachmaterialelemente eines Funktionsmoduls durch Fügen miteinander verbunden sind. Ein derartiges Fügen sieht beispielsweise ein Verkleben oder Verlöten oder Verschweißen vor. Es ist aber auch denkbar ein Flachmaterialelement selbst aus einem Material so auszubilden, daß durch das Material eine Fügeverbindung den an diesem anliegenden Flachmaterialelementen herstellbar ist. Beispielsweise ist das Material des Flachmaterialelements ein erschmelzbares Material.

Prinzipiell können die Flachmaterialelemente eine unterschiedliche Dicke aufweisen. Um insbesondere die Herstellung des erfindungsgemäßen Funktionsmoduls besonders stark zu vereinfachen ist vorgesehen, daß alle Flachmaterialelemente eines Funktionsmoduls aus Flachmaterial derselben Dicke hergestellt sind.

Ferner sieht ein besonders günstiges Strukturverfahren für die Flachmaterialelemente vor, daß diese durch Ausschneiden aus einem Flachmaterialstück oder Prägen oder Gießen hergestellt werden.

Hinsichtlich der Art der Funktionsmodule wurden bislang keine näheren Angaben gemacht. So sieht ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel vor, daß das Funktionsmodul ein Positionserkennungsmodul eines Positioniersystems ist. Dabei sind insbesondere mehrere am Werkzeug angeordnete Positionserkennungsmodule vorteilhaft, um eine exakte Erfassung aller Koordinaten oder auch eine Relativposition zweier Teile zueinander zu ermöglichen.

Alternativ oder ergänzend dazu ist es denkbar, daß das Funktionsmodul ein Handhabungsmodul für ein Werkstück ist, wobei alle Arten von Handhabungen denkbar sind. Eine besonders günstige Handhabungsform sieht vor, daß das Funktionsmodul als Greifermodule, insbesondere als Sauggreifermodule ausgebildet ist, bei welchem das Werkstück zum Greifen angesaugt wird.

Alternativ dazu ist es aber auch denkbar, daß das Funktionsmodul ein Bearbeitungsmodul ist, wobei unter Bearbeitung auch ein Fügen, ein Belichten zur Materialveränderung, beispielsweise mit Laserstrahlung, oder auch jegliche Art von Materialabtrag zu verstehen ist. Ein Ausführungsbeispiel eines derartigen Bearbeitungsmoduls sieht vor, daß dieses in der Lage ist, Laserlicht definiert zu applizieren, wobei in diesem Fall vorzugsweise mit einem in einem Kanal des Gehäuses liegenden Lichtleiter die Möglichkeit besteht, Laserlicht definiert einem Bearbeitungsprozeß zuzuführen.

Ein besonders vorteilhaftes erfindungsgemäßes Werkzeug umfaßt dabei mehrere Funktionsmodule, so

daß mehrere Funktionen gleichzeitig oder nacheinander mit demselben Werkzeug ausführbar sind.

Desweiteren betrifft die Erfindung ein Positioniersystem zur Ausrichtung von Werkzeugen relativ zu einem Objekt, insbesondere in der Mikrosystemtechnik. Ein derartiges Positioniersystem ist aus dem Stand der Technik nicht bekannt. Bislang wird stets davon ausgegangen, daß über die Vorrichtung zur Bewegung des Werkzeugs auch die Messung der Position und insbesondere auch die Messung der Feinpositionierung desselben erfolgt.

Eine derartige Positionierung ist vielfach entweder nicht exakt genug oder äußerst aufwendig.

Bei dem erfindungsgemäßen Positioniersystem ist daher vorgesehen, daß dieses zwei objektfest im Abstand voneinander angeordnete Markierungen und mindestens zwei werkzeugseitige Positionserkennungsmodul umfaßt und daß jedes Positionserkennungsmodul ein Gehäuse für ein eine der Markierungen erfassendes erstes Ende eines Lichtleiters aufweist, dessen zweites Ende zu einem optischen Detektor geführt ist, und daß die Gehäuse in einem derartigen Abstand voneinander positioniert sind, daß jeder Lichtleiter eine der Markierungen erfaßt. Mit einem derartigen Positioniersystem besteht die Möglichkeit, das Werkzeug unmittelbar selbst definiert und exakt zu positionieren.

Besonders zweckmäßig ist das erfindungsgemäße Positioniersystem dann aufgebaut, wenn die Positionserkennungsmodul beiderseits eines Zentralmoduls angeordnet sind, wobei der Zentralmodul vielfach ebenfalls ein Funktionsmodul des Werkzeugs ist und insbesondere auch der Zentralmodul eine Werkzeugfunktion selbst übernimmt. Damit ist eine besonders exakte Positionierung des Werkzeugs möglich.

Insbesondere ist es der exakten Positionierung mit dem erfindungsgemäßen Positioniersystem dienlich, wenn die ersten Enden der Lichtleiter im Bereich einer Arbeitsspitze eines Werkzeugs angeordnet sind, so daß ein möglichst geringer Abstand zur eigentlichen Werkzeugfunktion gegeben ist.

Um den Abstand der in den Gehäusen der Positionserkennungsmodul aufgenommenen ersten Enden der Lichtleiter exakt zu definieren ist vorzugsweise vorgesehen, daß dieser Abstand mittels des zwischen den Gehäusen angeordneten Zentralmoduls, das heißt dessen Ausdehnung in Richtung des Abstands, definiert ist.

Damit besteht eine besonders einfache Möglichkeit, das Positioniersystem in das Werkzeug selbst zu integrieren.

Besonders vorteilhaft ist das Vorsehen mehrerer Positioniersysteme für ein Werkzeug, wodurch sowohl die Position des Werkzeugs relativ zu einem Teil als auch die Position des Werkzeugs zu einer Aufnahme oder einem Träger, auf denen das Teil aufgesetzt werden soll, exakt festlegbar ist.

Eine besonders vorteilhafte Lösung sieht vor, daß jeder Positionserkennungsmodul entsprechend den Merkmalen eines erfindungsgemäßen Funktionsmoduls ausgebildet ist. Dies schafft die Möglichkeit, ein Werkzeug aus unterschiedlichen Funktionsmodulen nach dem erfindungsgemäßen Prinzip aufzubauen, wobei beispielsweise ein Funktionsmodul der Werkzeugfunktion dient, während ein anderer Funktionsmodul der Positionserkennung dient. Alternativ oder ergänzend dazu ist es aber auch möglich, einen Funktionsmodul als Abstandserkennungsmodul auszubilden.

Somit ist sowohl die Werkzeugfunktion als auch die Funktion der Positionserkennung mit einem Werkzeug

realisierbar, welches insgesamt aus mehreren Lagen eines Lagenpakets ausgebildet ist, wobei die einzelnen Lagen des Lagenpakets unterschiedliche Funktionsmodule und unterschiedliche Gehäuse bilden.

Weitere Merkmale und Vorteile der erfindungsgemäßen Lösung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung sowie der zeichnerischen Darstellung einiger Ausführungsbeispiele.

In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Werkzeugs eingesetzt in einer mikromechanischen Arbeitseinrichtung;

Fig. 2 eine Gesamtdarstellung eines erfindungsgemäßen Werkzeugs als Lagenpaket;

Fig. 3 eine Explosionsdarstellung des erfindungsgemäßen Werkzeugs;

Fig. 4 einen Teilschnitt durch ein Positionserkennungsmodul längs Linie 4-4 in Fig. 3;

Fig. 5 eine Draufsicht auf das erfindungsgemäße Werkzeug in Richtung des Pfeils A in Fig. 2;

Fig. 6 eine schematische Darstellung der Anordnung von Lichtleitern relativ zueinander in einem erfindungsgemäßen Positioniersystem;

Fig. 7 eine Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Positionsmarkierung;

Fig. 8 ein erfindungsgemäßes Werkzeug gemäß Fig. 2 mit zusätzlichem Abstandsmeßmodul;

Fig. 9 eine Explosionsdarstellung des Abstandsmeßmoduls des Werkzeugs gemäß Fig. 8;

Fig. 10 eine Draufsicht auf das Werkzeug gemäß Fig. 8 in Richtung des Pfeils B und

Fig. 11 eine schematische Darstellung einer Abstandsmessung mittels des Abstandsmeßmoduls gemäß Fig. 9.

Ein als Ganzes mit 10 bezeichnetes Ausführungsbeispiel einer mikromechanischen Arbeitseinrichtung umfaßt, wie in Fig. 1 dargestellt, eine als Ganzes mit 12 bezeichnete Positioniervorrichtung, mit welcher ein Werkzeug 14 zum Handhaben von Werkstücken 15 relativ zu einer Arbeitsfläche 16 positionierbar ist. Die Positioniervorrichtung 12 ist dabei beispielsweise aufgebaut aus einer Linearbewegungsvorrichtung 18 zur Durchführung von Linearbewegungen längs der Achsen X, Y und Z und einem Drehtisch 20, die beide auf einer Basisplatte 22 sitzen, wobei an der Linearbewegungsvorrichtung 18 das Werkzeug 14 mit einem Werkzeughalter 24 gehalten ist, während die Arbeitsfläche 16 auf dem Drehtisch 20 angeordnet ist.

Zusätzlich besteht noch die Möglichkeit, im Bereich des Drehtisches noch Feinpositionierungseinrichtungen vorzusehen.

Ein Beispiel eines erfindungsgemäß aufgebauten Werkzeugs, dargestellt in Fig. 2 als Ganzes und in Fig. 3 in Explosionsdarstellung, umfaßt als erstes Funktionsmodul 30 ein Greifermodule sowie beiderseits des Greifermoduls 30 weitere Funktionsmodule 40 und 50, die beide Positionserkennungsmodule darstellen.

Das Greifermodule 30 umfaßt ein als Lagenpaket aus insgesamt drei Flachmaterialelementen 32, 34 und 36 aufgebautes Gehäuse 38, wobei alle drei Flachmaterialelemente 32, 34 und 36 gemeinsam eine Arbeitsspitze 60 bilden, die sich ausgehend von einem Modulkörper 62 erstreckt.

Das funktionsbestimmend ausgebildete Flachmaterialelement 32 des Greifermoduls 30 umfaßt einen Kanal 64, welcher in eine Öffnung 66 mündet, die ihrerseits in einer vorderen, der Arbeitsfläche 16 zugewandten Schmalseite 68 der Arbeitsspitze 60 liegt. Der Kanal 64

erstreckt sich durch den in der Arbeitsspitze 60 liegenden Bereich des Flachmaterialelements 32 hindurch bis in den im Modulkörper 62 liegenden Bereich und bildet dort eine Kammer 70, welche sich bis zu einer Abschlußwand 71 des Kanals 64 erstreckt, so daß der Kanal 64 insgesamt sackförmig ausgebildet und von keiner anderen Schmalseite des Flachmaterialelements 32 als von der Schmalseite 68 her zugänglich ist.

Ferner stellt der Kanal 64 jedoch einen die gesamte Dicke des Flachmaterialelements durchsetzenden und mit Kanalwänden 72 von einer Flachseite 74 zur anderen Flachseite 76 des Flachmaterialelements 32 erstreckenden Durchbruch durch das gesamte Flachmaterialelement 32 dar.

Zum Verschließen des Kanals 64 in den Ebenen der Flachseiten 74 und 76 sind die als Abdeckung wirkenden Flachmaterialelemente 34 und 36 vorgesehen, welche mit ihren dem Flachmaterialelement 32 zugewandten Flachseiten 78 und 80 auf den Flachseiten 74 und 76 aufliegen. Dabei verschließt das Flachmaterialelement 34 den Kanal 64 in der Ebene der Flachseite 76 vollständig, während das Flachmaterialelement 36 einen Durchbruch 82 aufweist, welcher in die Kammer 70 nahe der Abschlußwand 71 des Kanals 64 einmündet und die Möglichkeit schafft, über diesen Durchbruch 82 neben der Öffnung 66 einen weiteren Zugang zum Kanal 64 zu erhalten.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel des Greifermoduls 30 ist dieser ein Sauggreifer, welcher in der Lage ist, mit der Öffnung 66 ein Werkstück anzusaugen. Hierzu ist der Kanal 64 über den Durchbruch 82 und eine Saugleitung 84 mit einer Saugereinrichtung 86 verbunden, welche ein Medium, beispielsweise Luft, durch den Kanal 64 und somit die Öffnung 66 desselben ansaugt, um das Werkstück festzuhalten.

Die einzelnen Flachmaterialelemente 32, 34 und 36 des Greifermoduls 30 werden miteinander durch Fügen, beispielsweise Kleben oder Löten oder Bonden verbunden, wobei zusätzlich zur definierten Ausrichtung derselben jedes Flachmaterialelement mit zwei oder drei Ausrichtöffnungen 88 versehen ist, durch welche zum Ausrichten für das Fügen ein Ausrichtstab 90 hindurchführbar ist.

Bei dem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel sind sämtliche Flachmaterialelemente 32, 34 und 36 hinsichtlich ihrer durch ihre Außenkanten 92 festgelegten äußeren Struktur identisch ausgebildet, so daß sie zu einem Lagenpaket mit einer konstanten Außenkontur zusammengefügt werden können.

Die beiden Positionserkennungsmodule 40 und 50 sind identisch, jedoch spiegelverkehrt ausgebildet und umfassen, wie ebenfalls in Fig. 3 beim Positionserkennungsmodul 50 dargestellt, jeweils ein Gehäuse 100 mit zwei funktionsbestimmenden Flachmaterialelementen 102 und 104, welche zwischen zwei als Abdeckung dienenden Flachmaterialelementen liegen, wobei die funktionsbestimmenden Flachmaterialelemente 102 und 104 zwischen einem äußeren abdeckenden Flachmaterialelement 106 und dem jeweiligen äußeren abdeckenden Flachmaterialelement 36 oder 34 des Greifermoduls 30 liegen.

Das funktionsbestimmende Flachmaterialelement 102 umfaßt zwei parallel zueinander verlaufende sackförmig ausgebildete Kanäle 114 und 116, die in einer im Bereich der Arbeitsspitze 60 liegenden der Arbeitsfläche 16 zugewandten vorderen Schmalseite 118 angeordnete Öffnungen 120 bzw. 122 aufweisen und sich ausgehend hiervon durch den Bereich der Arbeitsspitze

60 in Richtung des Modulkörpers 62 bis zu einer Abschlußwand 124, 126 erstrecken und dabei Kanalwände 128 bzw. 130 aufweisen, welche sich über die Dicke des Flachmaterialelements 102 von einer Flachseite 132 bis zur anderen Flachseite 134 desselben erstrecken, so daß auch die Kanäle 114 und 116 das gesamte Flachmaterialelement 102 durchsetzen.

Ein weiterer Zugang zu den Kanälen 114 und 116 erfolgt über das Flachmaterialelement 104, welches ebenfalls zwei sackähnlich ausgebildete Kanäle 140 und 142 aufweist, die das Flachmaterialelement 104 mit ihren Kanalwänden 144 und 146 durchsetzen und einerseits Abschlußwände 148, 150 aufweisen sowie andererseits Öffnungen 152, 154, welche im Bereich des Modulkörpers 62, beispielsweise in einer der Arbeitsspitze 60 abgewandten Schmalseite 156 des Flachmaterialelements 104 liegen. Ferner verlaufen die Kanäle 140 und 142 so, daß sie zumindest in ihren den Abschlußwänden 148 und 150 naheliegenden Endbereichen parallel zu den Kanälen 114 und 116 liegen und deckungsgleich mit diesen angeordnet sind. Damit ist über die Öffnungen 152 und 154 der Kanäle 140 und 142 im Flachmaterialelement 104 ein Zugang zu den Kanälen 114 und 116 im Flachmaterialelement 102 möglich.

Die Kanäle 114 und 116 bzw. 140 und 142 dienen, wie in Fig. 4 am Beispiel der Kanäle 114 und 140 dargestellt, zur Aufnahme von Lichtleitern 160, welche über die Öffnungen, beispielsweise die Öffnung 152 zunächst in den Kanal 140 eingeführt sind und dann von dem Kanal 140 in den Kanal 114 geführt sind, wobei ein erstes Ende 162 des Lichtleiters 160 so angeordnet ist, daß dieses im Bereich der Öffnung 120 des Kanals 114 liegt und somit in der Lage ist, durch die Öffnung 120 eintretendes Licht einzukoppeln oder aus dem Ende 162 austretendes Licht auch durch die Öffnung 120 austreten zu lassen.

Da der Kanal 114 durch eine Flachseite 171 des Flachmaterialelements 36 und der Kanal 140 durch eine Flachseite 173 des Flachmaterialelements 106 verschlossen ist, bilden die beiden Kanäle 114 und 140 eine Aufnahme für einen nahe dem Ende 162 liegenden Endbereich 164 des Lichtleiters 160, der, wie in Fig. 2 dargestellt, mit einem zweiten Ende 166 zu einem Detektor 168 geführt ist.

In gleicher Weise wie die Kanäle 114 und 140 dienen auch die Kanäle 116 und 142 als Aufnahme für einen Lichtleiter 170, welcher ebenfalls zu einem Detektor 178 geführt ist und mit einem ersten Ende 172 im Bereich der Öffnung 122 liegt, wie in Fig. 5 dargestellt.

In gleicher Weise wie der Positionserkennungsmodul 50 ist auch der Positionserkennungsmodul 40 ausgebildet, so daß Enden 182 und 192 von Lichtleitern 180 und 190 seitlich neben der Öffnung 66 liegen, während zweite Enden 186 und 196 der Lichtleiter mit Detektoren 188 und 198 verbunden sind (Fig. 2 und 5).

Wie in Fig. 6 am Beispiel der Lichtleiter 160 und 180 dargestellt, bildet jeder Lichtleiter zur exakten Positionserkennung eine für diesen vorgesehene und auf der Arbeitsfläche 16 angeordnete Positionsmarkierung 200 bzw. 210 optisch auf den jeweiligen Detektor 168 bzw. 188 ab, wobei der jeweilige Detektor beispielsweise ein Detektor zur Lageerkennung von Mustern ist. Ein solcher Detektor ist insbesondere ein Halbleiterdetektor, vorzugsweise eine CCD-Kamera. Mit einem derartigen Detektor ist man in der Lage, innerhalb eines Aperturbereichs des Lichtleiters die Lage der Positionsmarkierung 200 bzw. 210 zu erfassen und somit auch die relative Position der fest im Werkzeug 14 angeordneten Enden 162 und 182 zu den Positionsmarkierungen 200 bzw.

210 zu erfassen. Damit ist eine exakte Positionierung des gesamten Werkzeugs 14 relativ zu den für jeden Lichtleiter vorgesehenen Positionsmarkierungen 200 und 210 möglich, wobei auch für die Lichtleiter 170 und 190 entsprechende Positionsmarkierungen auf der Arbeitsfläche 16 vorgesehen sind.

Die Positionsmarkierungen 200 bzw. 210 können einfache, beispielsweise kreisförmige oder quadratische oder rechteckförmige Markierungen sein. Besonders vorteilhaft ist es jedoch, wenn die Positionsmarkierungen, wie in Fig. 7 dargestellt, eine kreuz-ähnliche und stufenförmige Kanten aufweisende Außenkontur 202 aufweisen, welche die Möglichkeit schafft, in der jeweiligen CCD-Kamera, beispielsweise der CCD-Kamera 168 die Lage der Positionsmarkierung 200 auch bezüglich einer Drehung derselben um eine Mittelachse 204 exakt zu erfassen.

Ist zusätzlich zur Positionserkennung noch eine Abstandsmessung, insbesondere eine Messung des Abstandes der Arbeitsspitze 60 von der Arbeitsfläche 16 erwünscht, so sieht eine weitere vorteilhafte Lösung des erfindungsgemäßen Werkzeugs 14 ergänzend ein ergänzendes Abstandsmessmodul 220 (Fig. 8) vor, welches ein Gehäuse 221 bildende Flachmaterialelemente 222, 224 und 226 aufweist (Fig. 9). Die Flachmaterialelemente 222 sind im Prinzip ausgebildet, wie das Flachmaterialelement 102, sie weisen allerdings nur einen Kanal 230 auf. In gleicher Weise ist das Flachmaterialelement 104 ähnlich ausgebildet wie das Flachmaterialelement 104 und weist ebenfalls einen Kanal 232 auf, so daß die Möglichkeit besteht, wie in Fig. 8 dargestellt, einen weiteren Lichtleiter 240 am Werkzeug 14 vorzusehen und in der durch die Kanäle 230 und 232 gebildeten Aufnahme zu halten. Der Lichtleiter 240 liegt mit einem Ende 242 ebenfalls im Bereich der Arbeitsspitze 60, vorzugsweise einer vorderen Schmalseite 228 des Flachmaterialelements 222 (Fig. 10).

Wie in Fig. 11 dargestellt, wird in den Lichtleiter 240 durch eine Leuchtdiode 250 Licht eingekoppelt, welches aus dem Ende 242 austritt, auf das Werkzeug oder die Arbeitsfläche 16 trifft, von dieser reflektiert wird und mittels eines Strahlteilers 252 aus dem Lichtleiter 240 ausgekoppelt und zu einem Detektor 254 geführt wird, welcher aufgrund des reflektierten Lichts in der Lage ist, einen Abstand zwischen dem vorderen Ende 242 des Lichtleiters 240 und der Arbeitsfläche 16 zu ermitteln.

#### Patentansprüche

1. Mikromechanisches Werkzeug, umfassend mindestens ein ein Gehäuse aufweisendes Funktionsmodul, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (38; 100; 221) des Funktionsmoduls (30; 40; 50; 220) aus mehreren Lagen strukturierter Flachmaterialelemente (32, 34, 36; 102, 104, 106; 222, 224, 226) aufgebaut ist, die ein Lagenpaket bilden.
2. Mikromechanisches Werkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Flachmaterialelement (32, 34, 36; 102, 104, 106; 222, 224, 226) so strukturiert ist, daß es ein einstückig zusammenhängendes Teil bildet.
3. Mikromechanisches Werkzeug nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Flachmaterialelemente (32, 34, 36; 102, 104, 106; 222, 224, 226) ausschließlich durch sich über die Dicke des Flachmaterials erstreckende Kantenflächen (68, 72, 92, 128, 130) strukturiert sind.
4. Mikromechanisches Werkzeug nach einem der



Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (38; 100; 221) eine einem Werkstück angepaßte Arbeitsspitze (60) aufweist.

5. Mikromechanisches Werkzeug nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitsspitze (60) eine Dimension aufweist, welche in der Größenordnung einer Dimension des Werkstücks (15) liegt.

6. Mikromechanisches Werkzeug nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (38; 100; 221) mindestens ein einen funktionsbestimmenden Kanal (64; 114, 116; 140, 142; 230, 232) aufweisendes Flachmaterialelement (32; 102, 104; 222, 224) umfaßt.

7. Mikromechanisches Werkzeug nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das den Kanal (64; 114, 116; 140, 142; 230, 232) aufweisende Flachmaterialelement (32; 102, 104; 222, 224) zwischen dem Kanal (64; 114, 116; 140, 142; 230, 232) abdeckenden Flachmaterialelementen (34, 36; 36, 106; 106, 226) liegt.

8. Mikromechanisches Werkzeug nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Kanal (64; 114, 116; 140, 142; 230, 232) durch einen das Flachmaterialelement (32; 102, 104; 222, 224) durchsetzenden Durchbruch gebildet ist.

9. Mikromechanisches Werkzeug nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchbruch (64; 114, 116; 140, 142; 230, 232) ein im Bereich einer Schmalseite (68, 118) des Flachmaterialelements (32; 102, 104; 222, 224) offenes und ein im Inneren des Flachmaterialelements (32; 102, 104; 222, 224) liegendes geschlossenes Ende aufweist.

10. Mikromechanisches Werkzeug nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine Zugangsöffnung (82) zu dem Kanal (64) in einem diesen abdeckenden Flachmaterialelement (36) vorgesehen ist.

11. Mikromechanisches Werkzeug nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Kanal (114, 116, 140, 142; 230, 232) durch zwei Flachmaterialelemente (102, 104; 222, 226) gebildet ist, von denen jedes einen Durchbruch (114, 116, 140, 142; 230, 232) aufweist und die beiden Durchbrüche (114, 116, 140, 142; 230, 232) einander bereichsweise überdecken.

12. Mikromechanisches Werkzeug nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchbrüche (114, 116, 140, 142; 230, 232) in einem nahe dem inneren Ende liegenden Bereich überlappen und sich ausgehend von diesem Bereich in unterschiedliche Richtungen erstrecken.

13. Mikromechanisches Werkzeug nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Flachmaterialelemente mit Ausrichtelementen (88, 90) versehen sind.

14. Mikromechanisches Werkzeug nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausrichtelemente (88) Ausnehmungen umfassen.

15. Mikromechanisches Werkzeug nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausrichtelemente (88) aller Flachmaterialelemente (32, 34, 36; 102, 104, 106; 222, 224, 226) in einer quer zu den Flachmaterialelementen (32, 34, 36; 102, 104, 106; 222, 224, 226) verlaufenden Richtung fluchtend miteinander angeordnet sind.

16. Mikromechanisches Werkzeug nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Flachmaterialelemente (32, 34, 36; 102, 104, 106; 222, 224, 226) durch in die Ausnehmungen (88) formschlüssig

eingreifende Ausrichtstäbe (90) relativ zueinander positionierbar sind.

17. Mikromechanisches Werkzeug nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Flachmaterialelemente (32, 34, 36; 102, 104, 106; 222, 224, 226) eines Funktionsmoduls (30, 40, 50, 220) miteinander durch Fügen verbunden sind.

18. Mikromechanisches Werkzeug nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß alle Flachmaterialelemente (32, 34, 36; 102, 104, 106; 222, 224, 226) eines Funktionsmoduls (30, 40, 50, 220) aus Flachmaterial derselben Dicke hergestellt sind.

19. Mikromechanisches Werkzeug nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Flachmaterialelemente (32, 34, 36; 102, 104, 106; 222, 224, 226) durch Ausschneiden aus einem Flachmaterialstück hergestellt sind.

20. Mikromechanisches Werkzeug nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Funktionsmodul ein Positionserkennungsmodul (40, 50) eines Positioniersystems ist.

21. Mikromechanisches Werkzeug nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Positionserkennungsmodul (40, 50) ein Gehäuse (100) für ein eine Markierung (200, 210) erfassendes erstes Ende (162, 172, 182, 192) eines Lichtleiters (160, 170, 180, 190) aufweist, dessen zweites Ende (166, 176, 186, 196) zu einem optischen Detektor (168, 178, 188, 198) geführt ist.

22. Mikromechanisches Werkzeug nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, daß das Positioniersystem zwei objektfest im Abstand voneinander angeordnete Markierungen (200, 210) und mindestens zwei werkzeugseitige Positionserkennungsmodule (40, 50) umfaßt und daß die Gehäuse (100) in einem derartigen Abstand voneinander positioniert sind, daß jeder Lichtleiter (160, 170, 180, 190) eine der Markierungen (200, 210) erfaßt.

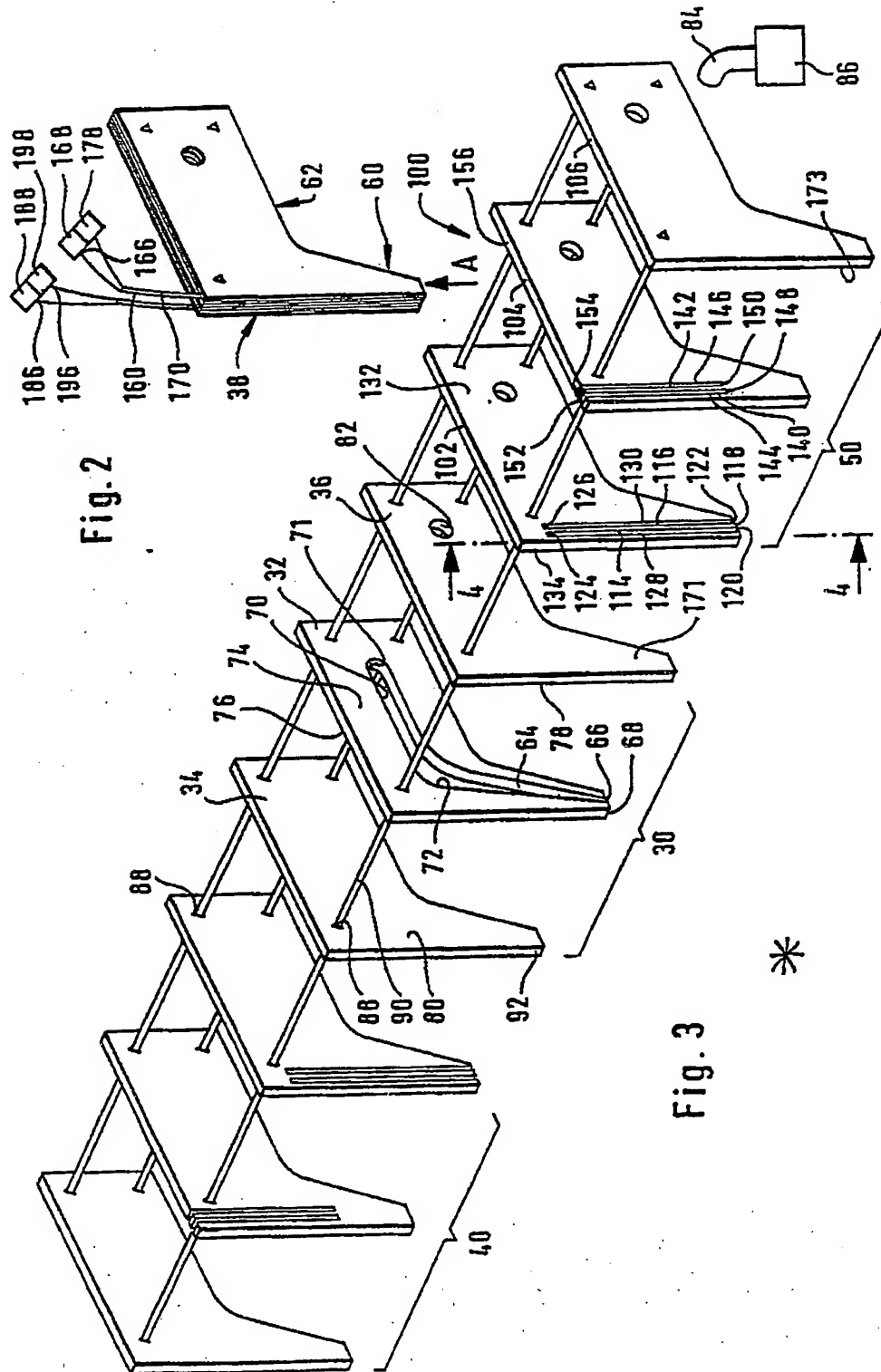
23. Mikromechanisches Werkzeug nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Positioniererkennungsmodule (40, 50) beiderseits eines Zentralmoduls (30) angeordnet sind.

24. Mikromechanisches Werkzeug nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß mittels des Zentralmoduls (30) der Abstand zwischen den in den Gehäusen (100) der Positionserkennungsmodule (40, 50) aufgenommenen ersten Enden (162, 172, 182, 192) der Lichtleiter (160, 170, 180, 190) definiert ist.

25. Mikromechanisches Werkzeug nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Funktionsmodul ein Handhabungsmodul (30) für ein Werkstück ist.

26. Mikromechanisches Werkzeug nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Funktionsmodul ein Bearbeitungsmodul ist.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen





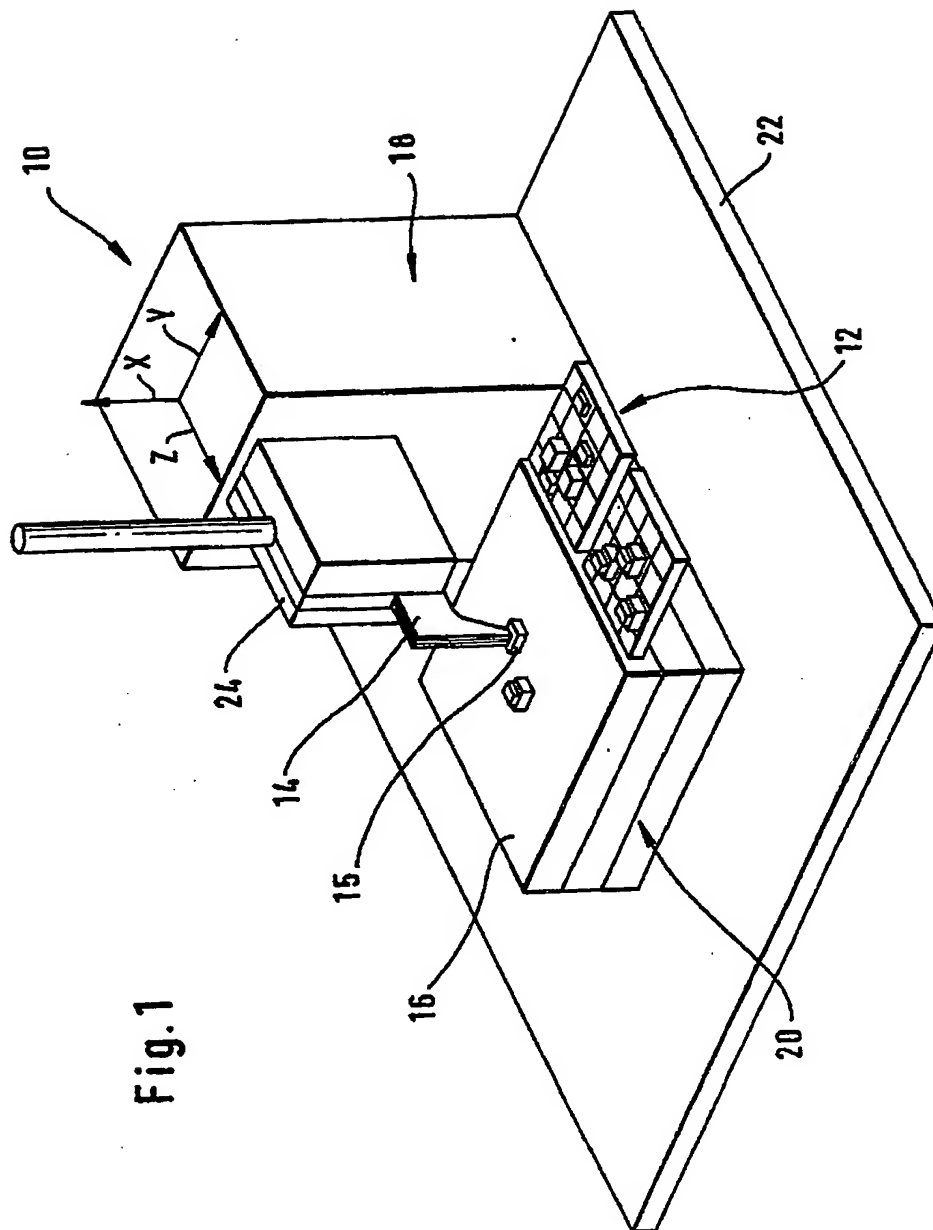
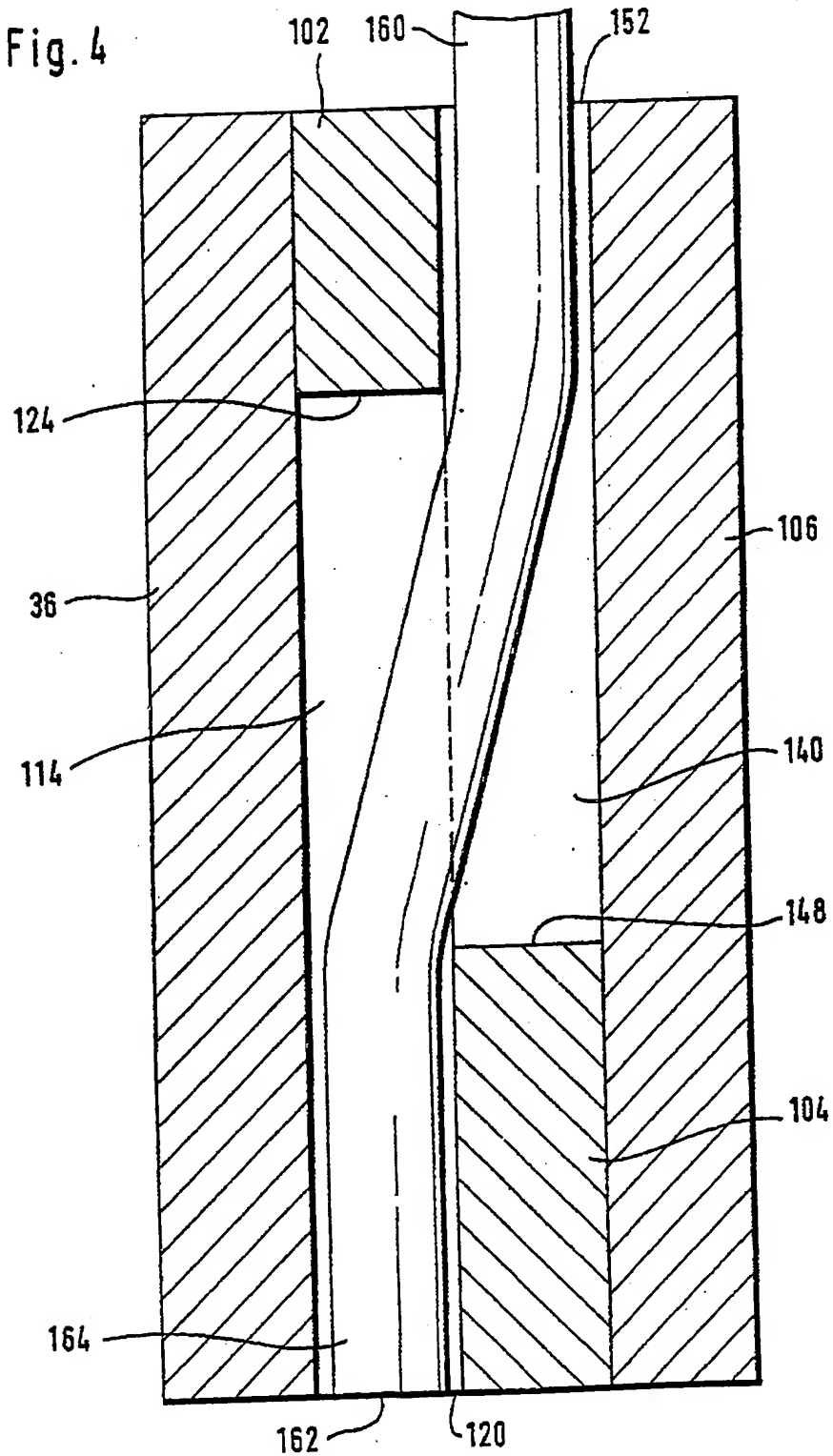


Fig. 1

Fig. 4



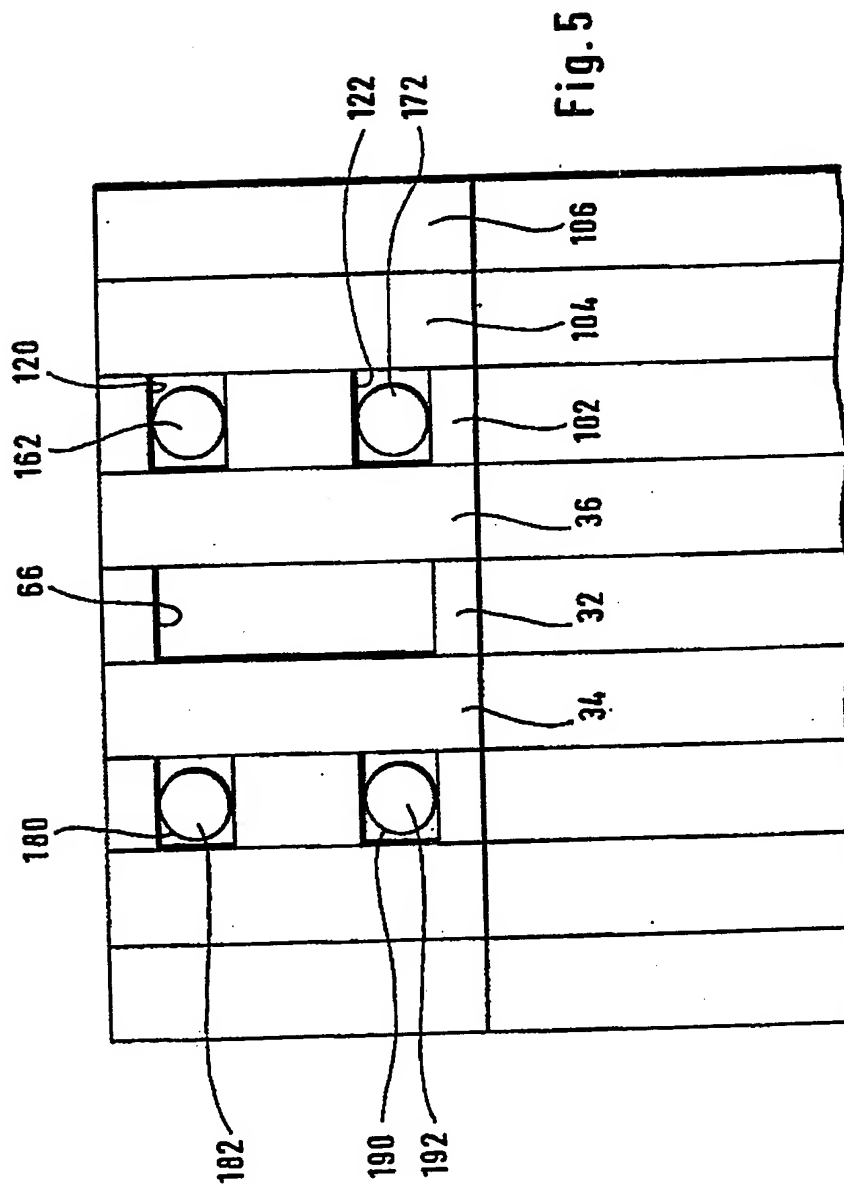
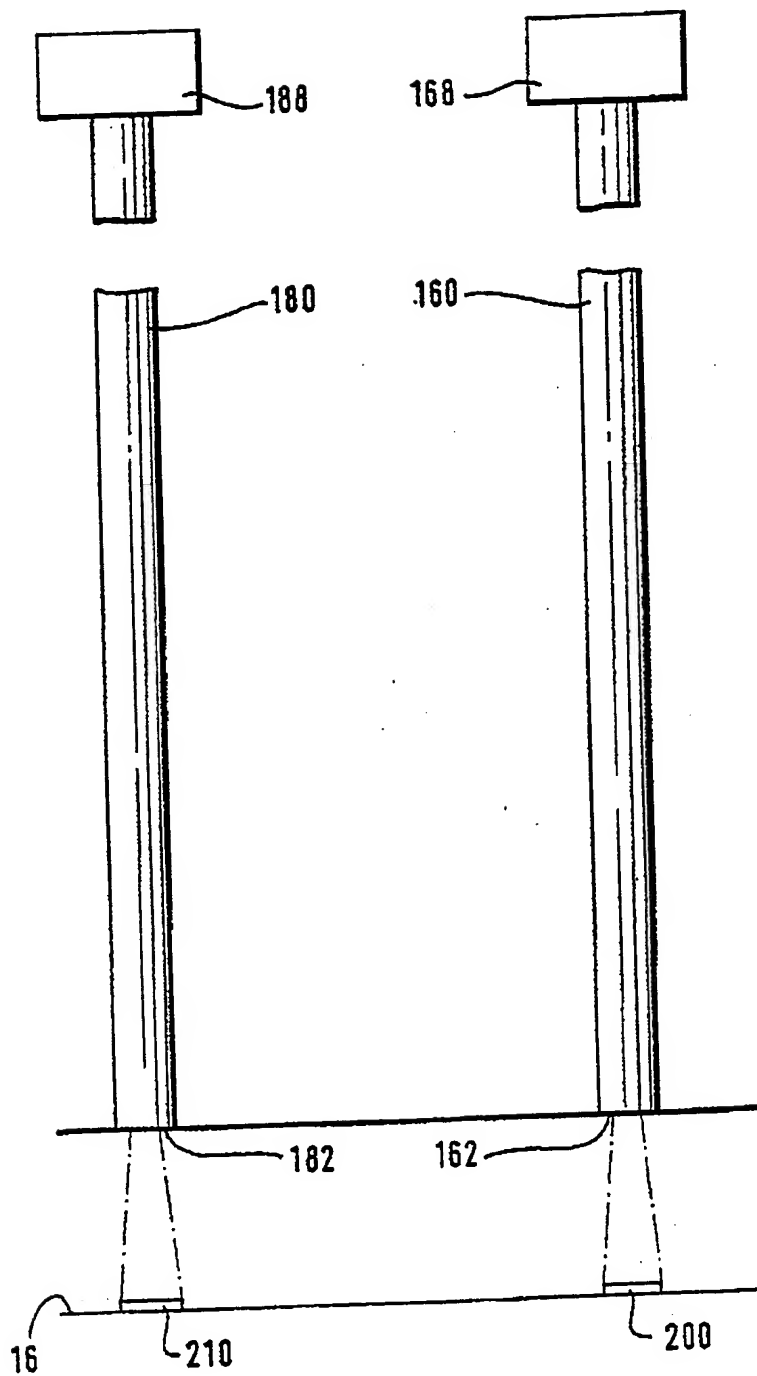


Fig. 6



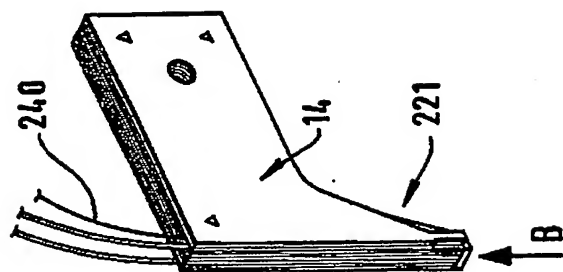


Fig. 8

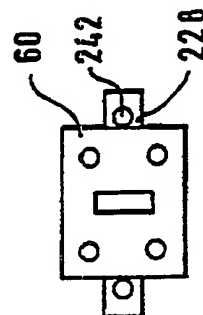


Fig. 10

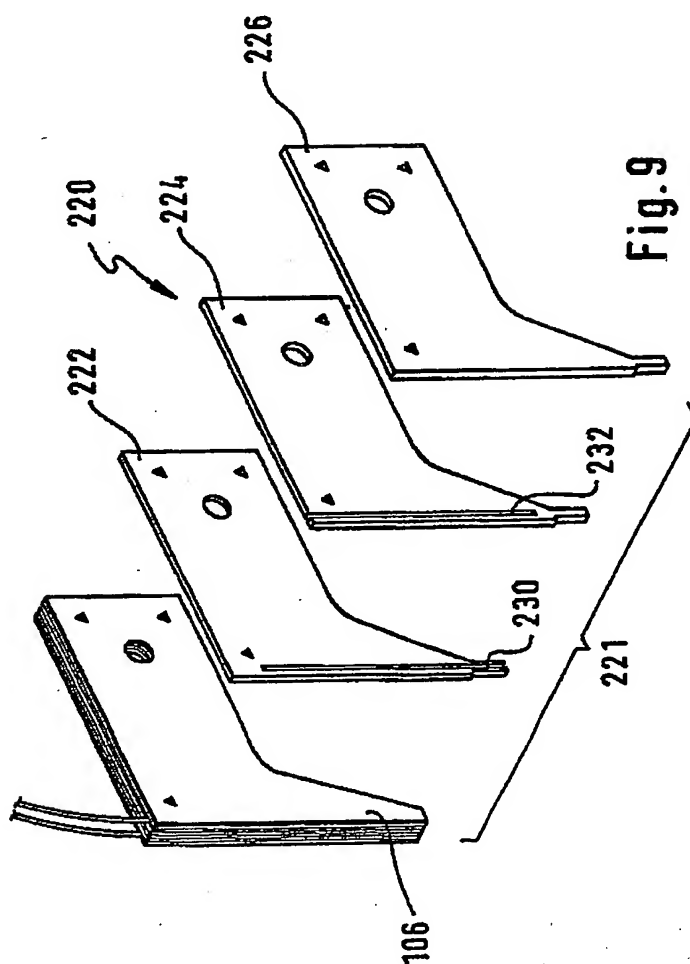


Fig. 9

